

## 11. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

### 11.1. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕПЛИКАЦИИ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕТевой ЭКОНОМИКИ

Брусакова И.А., д.т.н., профессор;  
Войшко Е.М., аспирант кафедры информационных систем в экономике

*Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет (ИНЖЭКОН)*

В статье рассматривается имитационная модель репликации данных для географически распределенных систем. Приведены примеры взаимодействия асинхронного обмена данными баз данных с помощью репликации. Выделены основные команды, которые будут являться ключевыми для конечных пользователей, составлена модель взаимодействия для  $N$  удаленных подразделений. По итогам имитационной модели предложено улучшение параметров системы

В сетевой экономике основной формой взаимодействия является обмен данными географически распределенной системы баз данных (БД). Сетевая экономика предполагает, что хозяйственная деятельность экономических субъектов, осуществляется с помощью электронных сетей (цифровых телекоммуникаций). Технологически сетевая экономика представляет собой среду, в которой юридические и физические лица могут контактировать между собой с помощью средств информационных технологий, используя электронные сети. Основа сетевой экономики – это сетевые организации, которые либо реализуют сетевой товар (при этом происходит непосредственное взаимодействие), либо реальный (с передачей информации). В любом случае, как при реализации сетевого товара, так и при реализации реального товара осуществляется обмен информацией между базами данных (БД).

Под обменом понимается синхронизация вновь добавленных или измененных данных БД. Синхронизация данных – это ликвидация различий между двумя копиями данных. Предполагается, что ранее эти копии были одинаковы, а затем одна из них, либо обе были независимо изменены [1]. В качестве основного критерия в системах требующих немедленного обновления информации можно использовать время протекания синхронизации. Принято считать, что эталоном обмена является файловый обмен данными, так как он наиболее прост в использовании и требует гораздо меньше вмешательства администратора [2].

Предлагаемый нами способ обмена информацией посредством репликации данных на уровне приложения, позволит существенно уменьшить время обновления и сократить затраты на обслуживание такой системы. В подтверждение этому рассмотрим имитационную модель репликации данных. Имитационное моделирование (ситуационное моделирование) – это метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику [3].

Имитационное моделирование представляет собой метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью (с достаточной точностью описывающей реальную систему), с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об изучаемой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией. Имитация – это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте. Одним из видов моделирования является дискретно-событийное моделирование. Дискретно-событийное моделирование – это вид имитационного моделирования. В дискретно-событийном моделировании функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий. Событие происходит в определенный момент времени и знаменует собой изменение состояния системы [4]. Основная цель модели заключается в составлении точной копии существующей репликации для возможности регулировать основные параметры системы.

Возьмем некоторый временной промежуток, на котором рассмотрим значения передачи данных, которыми обмениваются удаленные подразделения в предприятии сетевой экономики. Происходящее событие обмена одной из репликационных команд будет зафиксировано на временной шкале с целью отображения момента его совершения и установления связи взаимодействия.

Имитационное моделирование, как правило, проводится с использованием средств вычислительной техники в соответствии с программой, реализующей последовательность возникающих в системе основных событий, т.е. соответствующий процесс функционирования системы. При этом несколько часов, суток, лет работы реальной системы моделируется за несколько секунд, минут, часов работы компьютера [5].

При имитационном моделировании различают три вида времени.

1. Время реальной системы – это время, в котором «живет», функционирует моделируемая система.
2. Модельное время – это «искусственное» время, в котором «живет» модель или, другими словами, это время, которое является имитацией, прообразом (моделью) времени реальной системы.
3. Реальное время – это время, в котором живет исследователь, компьютер или другими словами это время необходимое для моделирования (затратное время).

Для нас наибольший интерес представляет модельное время. Для того, чтобы вести отсчет модельного времени и обеспечить правильную хронологическую последовательность наступления основных событий в имитационной модели используется так называемый таймер модельного времени, которая представляет собой переменную для хранения (фиксации) текущего значения модельного времени.

В процессе моделирования системы, таймер модельного времени, безусловно, должен постоянно корректироваться в соответствии с теми основными событиями, которые возникают в реальной системе [6].

Обозначим шкалы:

- $T$  – время;
  - $N$  – количество удаленных подразделений.
- Значение  $S$  будет определять момент события обмена данными. Допустим, что модель является статической (рис. 1). Внешняя среда будет оказывать минимальное влияние, выраженное как отсутствие соеди-

нения в плановом расписании подключения. Условные обозначения модели:

- $t_{xy}$  – момент времени, при котором все удаленные подразделения осуществили обмен информацией у события,
- $z$  – общее число итераций.
- $T_n$  – начальный момент времени работы репликатора. Примем за 6-00 утра MSK (GMT +3)
- $T_k$  – конечный момент времени работы репликатора. Примем за 23-00 MSK (GMT +3)
- $\Delta T$  – продолжительность работы репликатора. Расчет:  $\Delta T = T_k - T_n$
- $T_{xy}$  – интервал времени между событие  $S_x$  и  $S_y$ . Постоянное значение, задается программно.
- $S_1$  – событие «обмен конфигурационными таблицами». Включает в себя таблицы БД по конфигурации ПО. Значения этих таблиц являются системными и недоступны рядовому пользователю.
- $S_2$  – событие «обмен логистическими таблицами». Включает в себя таблицы БД с данными по логистической информации – отгрузка, приемка товара, внутренние перемещения, списания и др. товародвижения
- $S_3$  – событие «обмен таблицами чеков». Включается в себя таблицы БД с данными о чеках (накладных), состав возвращаемых чеков и чеков обмена.
- $S_4$  – событие «обмен таблицами клиентов и пользователей». Включается в себя таблицы БД с данными о клиентах компании и пользователях системы.

Целью имитационного моделирования определим как поиск минимальных показателей значений  $T_{12}; T_{23}; T_{34}; T_{41}$ , при которых  $z \rightarrow \max$  для  $N$  удаленных подразделений при  $\Delta T$ .

$$f \begin{cases} z \rightarrow \max; \\ (T_{12}; T_{23}; T_{34}; T_{41}) \rightarrow \min. \end{cases}$$

Графическое представление дискретно-событийной модели: реализация модели выполнена в пакете моделирования GPSS. В процессе моделирования в течение дня (1 020 единиц модельного времени) получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

**КОЛИЧЕСТВО РАЗ ПОЯВЛЕНИЙ СОБЫТИЯ И СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ НА ЕГО ОБРАБОТКУ**

Событие	Число появлений (разы)	Среднее время обработки события (ед. модельного времени)
$S_1$	3 раза	7.976
$S_2$	72 раза	9.938
$S_3$	40 раз	19.804
$S_4$	8 раз	43.898

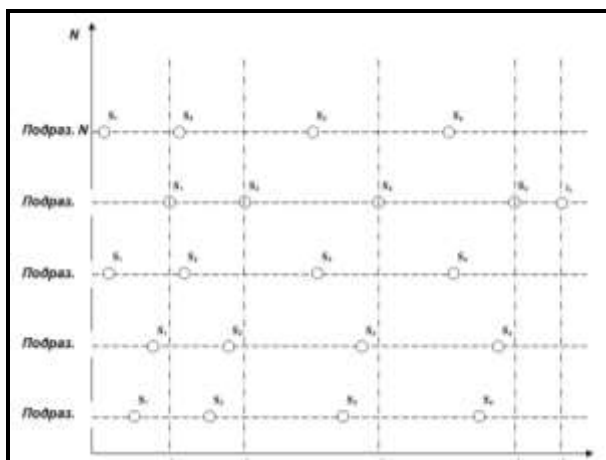


Рис. 1. Дискретно-событийная модель репликации

По результатам моделирования удалось увеличить кол-во обменов события  $S_2$  в 2,12 раза, а события  $S_3$  в 1,6 раза. Таким образом, разработанная модель позволяет намного быстрее проводить обновление данных в центральной базе данных (БД).

Приведем текст созданной программы на языке gpss:

```
GENERATE 339,1;
QUEUE sob_1;
SEIZE Sob1;
DEPART sob_1;
ADVANCE 10,5;
RELEASE Sob1;
So1 MATCH So2;
TRANSFER,THAT.
```

```
GENERATE 14,1;
QUEUE sob_2;
SEIZE Sob2;
DEPART sob_2;
ADVANCE 10,5;
RELEASE Sob2;
So2 MATCH So1;
TRANSFER,THAT.
```

```
GENERATE 25,1;
QUEUE sob_3;
SEIZE Sob3;
DEPART sob_3;
ADVANCE 20,10;
RELEASE Sob3;
So3 MATCH So4;
TRANSFER ,THAT.
```

```
GENERATE 120,1;
QUEUE sob_4;
SEIZE Sob4;
DEPART sob_4;
ADVANCE 40,20;
RELEASE Sob4;
So4 MATCH So1;
TRANSFER ,THAT;
THAT ASSEMBLE 4;
TERMINATE;
GENERATE 1020;
TERMINATE 1.
```

**Выводы**

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Разработана дискретно-событийная модель репликации с 4-мя событиями наиболее важными для конечного пользователя, что позволяет проводить более детальный анализ существующей системы обмена информацией.
2. Представлен программный код на языке GPSS, описывающий общие значения и параметры репликационной модели.
3. Разработанная модель может быть расширена и усложнена для отдельных частных случаев имитации эксперимента при изменении параметров.

*Брусакова Ирина Александровна  
Войшко Евгений Марьянович*

## Литература

1. Апанасевич Д.А. Математическое и программное обеспечение асинхронной репликации данных реляционных СУБД методом выделения объектов [Текст] : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Д.А. Апанасевич. – Воронеж, 2008. – 122 с. : ил.
2. Аристов С.А. Имитационное моделирование экономических систем [Текст] : учеб. пособие / С.А. Аристов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. госуд. экон. ун-та, 2004.
3. Ефимов В.М. Имитационная игра для системного анализа управления экономикой [Текст] / В.М. Ефимов. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат., 1988. – 256 с.
4. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Текст] : учеб. пособие / Н.Н. Лычкина. – М. : Академия АйТи, 2005. – 164 с.
5. Сергеев И.В. Программное и математическое обеспечение системы репликации данных СУБД независимых платформ [Текст] : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / И.В. Сергеев. – М., 2003.
6. ITIL v3. Service Strategy, Office of Government Commerce (OGC) UK: TSO (The Stationery Office), 2007. 264.

## Ключевые слова

Репликация данных; обмен в базах данных; имитационная модель; GPSS.

## РЕЦЕНЗИЯ

Статья доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой Информационных систем в экономике СПбГИЭУ Брусаковой Ирины Александровны и аспиранта кафедры информационных систем в экономике СПбГИЭУ Войшко Евгения Марьяновича «Имитационная модель репликации данных в распределенных системах предприятий сетевой экономики» содержит интересный и актуальный материал и посвящена результатам имитационного моделирования процесса репликации на примере географически удаленных контрагентов. Авторами подтверждено, что процесс обмена данными между различными субъектами хозяйственной деятельности на основе репликации позволяет существенно уменьшить время обновления и сократить затраты на обслуживание системы обмена информацией.

На основе исследования И.А. Брусаковой и Е.М. Войшко можно сделать принципиальный вывод, что репликация является более рациональным способом передачи информации в масштабе корпоративной структуры. Авторам удалось получить максимальное количество итераций обновления данных по обрабатываемым событиям, что говорит о необходимости дальнейшего перехода к анализу инвестиционного проекта вложения в технологию репликации данных. При этом корпорация получает возможность переходить на новый уровень информационного взаимодействия своих подразделений, который позволит сократить время на обработку информации и принятие управленческих решений.

Хотелось бы рекомендовать авторам в дальнейшем рассмотреть процесс обмена информацией на основе репликации данных как отдельный объект исследования с позиции микроэкономики, так как данная статья закладывает основы для целого направления экономического исследования репликации, как ИТ-услуги.

Таким образом, статья Брусаковой Ирины Александровны и Войшко Евгения Марьяновича может быть рекомендована к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

*Барыкин С.Е., д.э.н., доцент, профессор кафедры логистики и организации перевозок Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета*